

CLIPPEDIMAGE= JP02000224097A

PAT-NO: JP02000224097A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000224097 A

TITLE: RADIO COMMUNICATIONS EQUIPMENT USING ADAPTIVE ARRAY ANTENNA

PUBN-DATE: August 11, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KUWABARA, MIKIO	N/A
DOI, NOBUKAZU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP11023469

APPL-DATE: February 1, 1999

INT-CL\_(IPC): H04B007/26; H01Q003/26 ; H04B001/10 ; H04B007/10 ; H04J013/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the transmission electric power of a base station and to increase the number of simultaneous terminal connections by calculating the subspaces of respective terminals and buses, performing frequency conversion for respective subspaces, executing standardization by max diagonal element of the subspaces, obtaining the subspaces of interference signals and deciding the weight of a line beam generating means from array response vector and interference subspace.

SOLUTION: A signal subspace estimating part 108 estimates the array response vector (a) of a down link by using an expression I, on the basis of a space correlation matrix obtained at a space correlation matrix part 106. Here, a frequency-converted value is preferably used as R. A down array estimating part 109 decides an array weight W such that a transmission S/I becomes maximum by using equation II according to the information obtained from an interference subspace estimating part 107 and a signal subspace estimating part 108. A down link beam generating part 114 performs multiplication with an array weight, which is estimated at the incline line array weight estimating part 109 to generate a signal which has appropriate space selectivity.

COPYRIGHT: (C)2000.JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-224097  
(P2000-224097A)

(43)公開日 平成12年8月11日(2000.8.11)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 B 7/26	1 0 2	H 0 4 B 7/26	B 5 J 0 2 1
			1 0 2 5 K 0 2 2
H 0 1 Q 3/26		H 0 1 Q 3/26	C 5 K 0 5 2
H 0 4 B 1/10		H 0 4 B 1/10	L 5 K 0 5 9
7/10		7/10	A 5 K 0 6 7
審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平11-23469

(22)出願日 平成11年2月1日(1999.2.1)

(71)出願人 0000051108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 桑原 幹夫

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 土居 信数

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

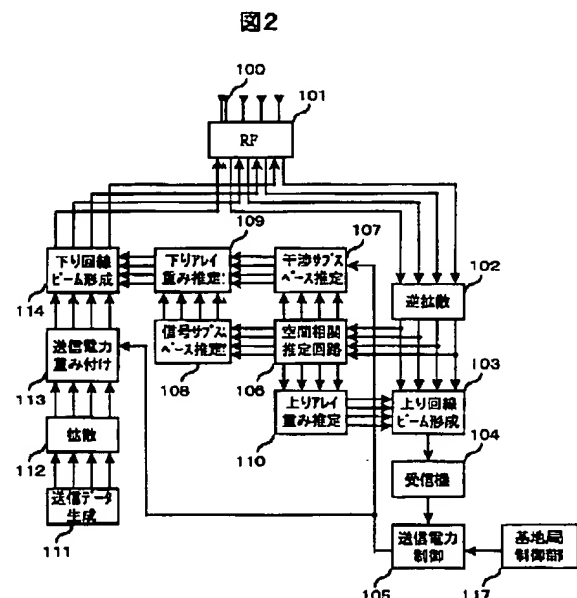
(54)【発明の名称】 アダプティブアレイアンテナを使用した無線通信装置

(57)【要約】

【課題】上り回線と下り回線の通信容量が異なるシステムで、下り回線におけるアレイ重みを推定する。

【解決手段】上り回線において収集した方位情報と、端末から送られてくる送信制御情報をもとに下り回線の干渉サブスペースを構成する。信号サブスペースから得られるアレイ応答ベクトルと干渉サブスペースから最適な下り回線におけるアレイ重みを推定する。

【効果】適当なアレイ重みにより、基地局からの送信電力を削減することができ、他セルへの干渉を削減できる。これにより回線容量を増加できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】符号分割多元接続方式(CDMA方式)を採用するセルラ無線通信基地局において、空間に分散した複数のアンテナと、ある通信端末乙に注目する場合に、乙が送信時に使った拡散符号系列と複素共役の関係にある逆拡散用符号系列を準備し、乙から基地局までの伝搬遅延に相当する適当な位相差をもって、該アンテナが受信した信号に掛け合わせ、総和をとる逆拡散手段と、該逆拡散手段の内、特定の端末に対応する符号系列の、特定の伝搬路に対応する符号位相における複数のアンテナ毎の出力に対し、各アンテナ間の相関を計算し、蓄積する空間相関推定手段と、該基地局から端末乙への下り回線で送信する情報を変調する下り回線変調手段と、下り回線の送信出力を決定する下り回線送信出力制御手段と、該下り回線送信出力制御手段の指示により該下り回線変調手段の出力の出力を調整する下り回線送信電力重み付け手段と、複数のアンテナから該下り回線変調手段の出力が適当な複素振幅で信号が出力されるよう重み付けを行う下り回線ビーム形成手段と、該空間相関手段の出力から、各端末、各パスに関するサブスペースを計算し、それぞれのサブスペースに対して、上り回線と下り回線の周波数変換操作を行い、また得られた下り回線用の端末乙以外全てのサブスペースに対して、サブスペースの最大対角要素で規格化し、且つ下り回線送信出力制御手段から得た下り回線の送信出力値で重み付け加算して干渉信号のサブスペースをもとめ、且つ端末乙に関する相関行列から得られるアレイ応答ベクトルと、該干渉サブスペースから、乙に対する下り回線ビーム形成手段の重みを決定する下り回線アレイ重み制御手段を具備することを特徴とする無線通信基地局。

【請求項2】請求項1記載の無線通信基地局において、上記下り回線送信出力制御手段は、端末から送信される電力制御信号や、あるいは基地局でもつ下り回線の信号情報にもとづき、送信電力を決定することを特徴とする無線通信基地局。

【請求項3】請求項1または2記載の無線通信基地局において、上り回線と下り回線のキャリア周波数差が小さい場合に、該下り回線アレイ重み制御手段で干渉サブスペースを求める際に行った周波数変換を省略することを特徴とする無線通信基地局。

【請求項4】請求項1乃至3のいずれかに記載の無線通信基地局において、該干渉サブスペースを得る過程で、送信出力が、予め定められた閾値を越えるものについてのみ考慮して、干渉サブスペース計算に必要な演算を削減することを特徴とする無線通信基地局。

【請求項5】請求項1乃至4記載の無線通信基地局において、該サブスペースを得る過程で、相関行列を上り回線数倍するときに、該上り回線変調手段から得た送信出力を直接掛けるのではなく、一旦ローパスフィルタに通した値を使って、相関行列を重み付け加算することを特

徴とする無線通信基地局。

【請求項6】アレイアンテナを持った無線通信基地局において、上り回線で得られた到来波の方位情報と下り回線で送信する送信データに関する送信電力制御情報とをもとに、下り回線のアレイ重みを与える重み付け手段を有することを特徴とする無線通信基地局。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セルラ無線通信に代表される無線通信システムにおいてアダプティブアレイアンテナを使用する基地局に関する。特に符号分割多元接続方式を採用し、且つ下り回線の送信電力制御を行うシステムにおいて有効である。

## 【0002】

【従来の技術】近年、NTT DoCoMoテクニカルジャーナル Vol. 5 No. 4、pp25に記載されているように、アダプティブアレイアンテナが注目されている。アダプティブアレイアンテナ(以下AAA)をセルラ通信に代表される無線通信に適用する場合には、アンテナ構造が大きくなるため、主に基地局側での採用が検討されている。

【0003】AAAでは主に上り回線に関する多数の研究がなされている。しかしながら、下り回線においても、適当なビームを形成することで不要方向に電波を送信しないことから、大幅な容量増加が期待できる。時分割多重(以下TDD)システムでは、上り回線と下り回線を同じ周波数を時分割で利用する。このため上下回線でペアとなる回線のタイミングがフェージング周波数に対して十分小さければ、使用する伝搬路は同じものと見なせ、上り回線と全く同じアレイアンテナの重みを利用して送信することが可能である。

【0004】一方、周波数分割多重(以下FDD)システムでは、上り回線と下り回線は、周波数の異なる伝搬路を使用することとなるため、上り回線と下り回線のアレイ空間は異なり、端末からのフィードバックにより制御するか、あるいは下り回線の伝搬路を予測する必要がある。上下回線間においては、伝搬路は若干変化するが、端末の方位は変わらないため、基地局と端末を結ぶパスの方位も殆ど変化しない。この性質を利用して方位予想からアレイ重みを推定する方法が提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】W-CDMAに代表される第3世代通信は、従来の音声接続だけでなく、アンバランスな一方通信やパケット通信等の様々なサービスが行われる予定である。ここでもAAAは容量を増加させる有力な方法として注目されている。しかしながら、上り回線と下り回線の情報伝送速度が異なると、一般に送信電力値が異なるため、ヌルを作るべき方向が異なる。そのため、上り回線で有効であった重みが、下り回線ではもはや適当な重みとは言えない。すなわち、上り回線と下り回線の重み推定を個別に行い、それぞれの

伝送情報密度に沿ったアレイ重み推定が必要である。

【0006】本発明の目的は、CDMA方式にアダプティブアレイアンテナを用いる場合に、上り回線のみでなく、下り回線の改良も兼ね、基地局送信電力を削減し、端末同時接続数を増加させるものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題は、符号分割多元接続方式（CDMA方式）を採用するセルラ無線通信基地局において、空間に分散した複数のアンテナと、ある通信端末乙に注目する場合に、乙が送信時に使った拡散符号系列と複素共役の関係にある逆拡散用符号系列を準備し、乙から基地局までの伝搬遅延に相当する適当な位相差をもって、該アンテナが受信した信号に掛け合わせ、総和をとる逆拡散手段と、該逆拡散手段の内、特定の端末に対応する符号系列の、特定の伝搬遅延に対応する符号位相における複数のアンテナ毎の出力に対し、各アンテナ間の相関を計算し、蓄積する空間相関推定手段と、該基地局から端末乙への下り回線で送信する情報を変調する下り回線変調手段と、下り回線の送信出力を決定する下り回線送信出力制御手段と、該下り回線送信出力制御手段の指示により該下り回線変調手段の出力の出力を調整する下り回線送信電力重み付け手段と、複数のアンテナから該下り回線送信出力制御手段の出力が適当な複素振幅で信号が出力されるよう重み付けを行う下り回線ビーム形成手段と、該空間相関手段の出力から、各端末、各パスに関するサブスペースを計算し、それぞれのサブスペースに対して、上り回線と下り回線の周波数変換操作を行い、また得られた下り回線用の端末乙以外全てのサブスペースに対して、サブスペースの最大対角要素で規格化し、且つ下り回線送信出力制御手段から得た下り回線の送信出力値で重み付け加算して干渉信号のサブスペースをもとめ、且つ端末乙に関する相関行列から得られるアレイ応答ベクトルと、該干渉サブスペースから、乙に対する下り回線ビーム形成手段の重みを決定する下り回線アレイ重み制御手段を具備することを特徴とする無線通信基地局により解決される。

【0008】また、上記課題は、上述の下り回線送信出力制御手段において、端末から送信される電力制御信号や、あるいは基地局でもつ下り回線の信号情報にもとづき、送信電力を決定することを特徴とする無線通信基地局によって解決される。

【0009】

【発明の実施の形態】第3世代無線通信システムでは、符号分割多元接続方式（CDMA方式）を使い、様々な伝送率の通信のサポートを目指している。アダプティブアレイアンテナは、任意方向にある希望端末にビームを向けた、或いは任意の干渉源方向にヌルを設けたビームをつくり、より高い容量を持つシステムを可能とする。CDMA方式では、一般に、通信伝送速度の高い通信は、低い通信よりも大きな電力で送信する必要がある。

そこで、アダプティブアレイアンテナにより、高速伝送速度端末以外の端末については高速伝送速度端末の方向にヌルをもったアンテナパターンを作成することで、端末同時接続数（容量）を増加させることができる。

【0010】本発明の第一の実施の形態を図2、数1～9及び数12を用いて説明する。図2は本発明からなる1実施例の構成を示す図、数1は相関行列を示す式、数2は相関行列から干渉サブスペースを得る方法を示す式、数3は干渉サブスペースとアレイ応答ベクトルから、最適重みを算出するための連立一次方程式を示す式、数4は希望波サブスペースからアレイ応答ベクトルを求めるための方程式、数5は各相関行列がHermit行列であることを示す式、数6は周波数変換を示す式、数7は雑音サブスペースを示す式、数8は干渉サブスペースを示す式、数9は干渉サブスペースとアレイ応答ベクトルから、最適重みを算出するための連立一次方程式を示す式、数12はビーム形成操作をそれぞれ表す。

【0011】図2は、第一の実施の形態の無線通信基地局の構成を示す。基地局はアダプティブアレイアンテナを構成する複数のアンテナ100を持っている。それぞれのアンテナは、空間的に分布することで、様々な到来角を感知できるセンサーとなる。まず上り回線（端末→基地局）におけるアダプティブアンテナの動作を説明する。

【0012】アダプティブアレイアンテナとして動作するため、センサー（アンテナ）の集めた情報をもとに、アレイの重み、すなわちアレイ応答ベクトルを求める。アレイ応答ベクトルは、通常aベクトルとも言われ、純粋に希望波信号を最大受信するための重みである。様々な求め方があるが、ここでは、希望波信号のスナップショットを蓄積し、希望波に関するセンサ間の相関行列を求めて算出する方法を例に挙げ説明する。

【0013】CDMA方式では、情報を送信する際に、拡散符号と呼ばれる符号系列をかけて、信号の帯域を広げる。受信の際に、送信時の拡散符号に対応する逆拡散符号をかけることで、元の情報に戻すことができる。逆拡散する際の符号やその位相が受信した信号に合わない場合は、信号は乱数化されたままとなる。この符号系列、位相による選択性により、希望信号のみを抽出することができ、複数の信号が同一周波数帯に混ざりあっても、希望波信号の拡散符号と、その位相を知っていれば、希望波信号を再生することができる。

【0014】図2で、アンテナ100が受信した情報は、RF回路101によってダウンコンバートされた後、逆拡散装置102により、適当な符号系列の適当な位相のものが掛け合わされる。この結果、信号対雑音電力比が上昇する。この逆拡散後の信号をxとする。アレイアンテナであるから、1つの符号系列、その位相に対してアンテナ数分のxが存在する。ここで検討するアレイアンテナのアンテナ間隔はCDMAのパスサーチで分

離可能な距離よりも十分小さいため、各アンテナに到来する信号は、同一パス遅延で到来するものと考えられる。例を挙げて説明する。キャリア周波数2GHz、拡散符号のチップレートを4.096MHzの場合を考えると、1チップずれは約73mに相当する。アレイアンテナの性能はキャリア周波数に依存するため、2GHzで数波長の大きさであり、大きくても1m以下と考えられる。よってアンテナ間隔によるチップずれは $1/73 = 1.5\%$ 以下程度と算定でき、殆ど問題とならないと考えられる。

【0015】空間相関推定回路106は数1に示す空間相関行列Rを算出する。

【0016】

【数1】

$$R_{cl,p1} = \begin{bmatrix} x_1 x_1^* & \cdots & x_1 x_m^* \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_m x_1^* & \cdots & x_m x_m^* \end{bmatrix} \quad \text{数1}$$

【0017】ここで $x_i$  ( $i=1 \sim m$ ,  $m$ はアンテナ数)は、先に得られた逆拡散信号である。数1の右辺で、 $x$ の下添え字はアンテナ番号を表し、アスタリスクは複素共役演算を示す。数1の左辺の下添え字は適当な符号系列「c1」の適当な位相「p1」で逆拡散された信号の空間相関行列であることを示している。相関は統計量であるので、幾つかのスナップショットを収集し、平均する操作が必要である。具体的には、数1の計算を数十シンボル〜数百シンボルにわたって計算し、その平均値をとる。本平均操作は時間平均操作に相当する。

【0018】ここで、この空間相関を求める一連の操作には、送信された信号の情報は必要ない。すなわちパイロット信号等の既知情報は必要としない。必要なのは、拡散に使用した符号系列の情報と、その位相情報である。符号系列は基地局の指定に従い割当てられるため既知である。また位相情報は、別途パスサーチの手段を設け、パスの位相を検知する。

【0019】なお、パイロット信号が別の拡散符号を用いて、同じ端末から同時に送信されている場合には（例えば、W-CDMA方式）、データ信号に関する空間相関行列の他に、パイロット信号に関する空間相関行列を計算し、両空間相関行列を使用して平均化することが可能である。パイロットシンボルも併用することにより、平均化に使う見本数を増加させることができ、空間相関\*

$$a_{cl,p1} = \max_{\text{eigenvalue}} \{ \text{eigenvector}(R_{dd,cl,p1}) \} \quad \text{数4}$$

【0026】数2により得られる希望波の方位情報を使い、最適アレイ重み $w$ は数3により得られる。ここで数3の $a$ は希望波に対するアレイ応答ベクトルであり、数

\*行列の推定精度を向上させることができる。ビットあたりの信号電力密度対干渉電力密度が等しいならば、平均化における重みも等しいと見なすことができる。

【0020】上りアレイ重み推定回路110は数2〜4を計算する。空間相関行列Rには、信号成分と干渉成分、そして平均化により低減されているものの雑音成分が含まれている。数2〜4により、これらを分離して、信号方向に最大ビームをもち、干渉波方向にヌルを持ったビーム形成を行う。

10 【0021】センサの解像度は有限であるため、センサ空間における信号や干渉波の特徴の抽出が必要である。抽出された空間情報をサブスペースと呼ぶ。空間相関推定回路106で空間相関行列を求めるために使用した適当な符号系列の適当な位相で逆拡散された信号には、拡散符号分の利得をもった信号と干渉成分・雑音成分が含まれている。これに対して、不適当な符号系列、或いは不適当な位相で逆拡散された信号には、利得をもたない全てのユーザの信号、つまり干渉成分と雑音成分が含まれている。ここで、「不適当な符号系列」とは、セル内のだれも使っていない符号系列を、また「不適当な位相」とは、実際には遅延波が存在しない位相に合わせた符号系列を表す。以下では、この不適当な符号系列、位相を $cx$ 、 $px$ と称することにする。

【0022】

【数2】

$$R_{dd,cl,p1} = \frac{R_{cl,p1} - R_{cxpx}}{Pg_{cl} - 1} \quad \text{数2}$$

30 【0023】希望波のみのサブスペースは、数2に示すように、適当な符号系列・位相から得られるサブスペースと、不適当な符号系列・位相から得られるサブスペースとの差により得られる。ここで $Pg$ は拡散利得を示し、 $(Pg-1)$ は規格化のための割り算である。受信された信号の大きさは、おおよそ受信信号の伝送速度に比例する分の利得を持っているため、上り回線で伝送速度の早いものほどサブスペースの行列式が大きくなる。つまりはその影響力が大きくなる。

【0024】

【数3】

$$(R_{cx,px} - R_{dd,cl,p1})w_{opt} = a_{cl,p1} \quad \text{数3}$$

【0025】

【数4】

※4より得られる。アレイ応答ベクトル $a$ は信号のみを含むサブスペースの最大固有値の固有ベクトルである。

【0027】数3の括弧内は、(信号+干渉波+雑音)

を含むサブスペースから、信号のサブスペースを差し引いたもので、(干渉波+雑音)サブスペースを示す。数3の解は、特定の符号系列(ユーザ)の、特定の位相(パス)に対するSIRを最大とするアレイ重みを示す。以上により、上り回線の重みが得られた。

【0028】ビーム形成部103では、逆拡散部102\*

$$y = \mathbf{w}^H \mathbf{x} = \begin{bmatrix} w_1^* & \dots & w_m^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix} \quad \text{数12}$$

【0030】すなわち出力 $y$ は重み $w$ の転置共役ベクトルと逆拡散信号 $x$ の積である。ビーム形成部103で空間合成された信号には、続く受信部104により復調される。

【0031】図2の例では、下り回線について送信電力制御していることを仮定している。具体的には、端末で受信される基地局信号の品質を測定し、その品質により基地局に対して送信電力の上げ下げを指示する。受信部104の出力には、端末から送られてきた送信電力制御の制御シンボルが含まれている。送信電力制御重み決定部105は、これを取り出し、各端末への送信出力を決定する(送信電力重み付け部113)。この送信電力制御情報は、下り回線の重みの推定のためにも利用され ※

\*で逆拡散された信号に、先程の上りアレイ重み推定で得られた重みをかけ合わせ、ビームの形成を行う。具体的には数12の操作を行う。

【0029】

【数12】

※る。

【0032】下り回線では、情報の送信電力に応じて干渉サブスペースを求める。下り回線の干渉サブスペースは干渉サブスペース推定部107において推定される。推定部107では数8に従い干渉サブスペースを求める。

【0033】

20 【数7】

$$\mathbf{R}_{nn} = \mathbf{R}_{cx,px} - \sum_{ck,pl} \mathbf{R}_{dd,cx,pl} \quad \text{数7}$$

【0034】

【数8】

$$\mathbf{R}_{l,cl,pl} = \sum_{\substack{ck \\ ck \neq cl}} \lambda_{ck} \frac{\mathbf{R}_{dd,ck}}{\max[\mathbf{R}_{dd,ck}]} + \beta \mathbf{R}_{nn} \quad \text{数8}$$

$$\text{但し } \mathbf{R}_{dd,ck} = \sum_{\substack{pl \\ pl \neq cl}} \mathbf{R}_{dd,ck,pl}$$

【0035】

【数9】

$$\mathbf{R}_{l,cl,pl} \mathbf{w}_{opt} = \mathbf{a}_{cl} \quad \text{数9}$$

【0036】ここで $\lambda$ は、送信電力制御重み決定部105で定められた送信出力に比例する量である。数8において数7で得られる雑音に関するサブスペース $\mathbf{R}_{nn}$ を加えているのは、接続端末数が少ないとき、或いは強力な電力を必要とする干渉局が存在するような条件において、且つ希望局と干渉局の方向が一致したときに下り回線の重み $w$ を求める数9の方程式が特異になることを防止するためである。通常雑音サブスペースは単位行列となるが、送信パワーアンプ等に偏差がある場合には対角要素の大きさに偏差が発生する。数7の上り回線から得られる値を用いて環境雑音の影響を考慮することも可能であるが、簡単のため、単位行列の採用で十分である。その係数 $\beta$ は、得られた上式の右辺第一項の加算結果における最大要素の絶対値とするのが適当である。

★【0037】数8の但し書きに示した式は各端末毎の信号空間サブスペースの推定をおこなっている。信号をパス毎に加算して、単純な時間平均だけでなく、パス平均も考慮した到来方向推定をおこなっている(下り回線の場合は、上り回線のようにパスごとにパターンを形成せず、パスの平均に対して1つのパターンを形成する)。数8では、その但し書きの式で得られた各端末毎のサブスペースを正規化してから加算している。これは既に述べたように、上り回線においても端末毎に伝送速度により受信信号の強弱が発生しており、この影響を取り除くためである。ここで $\max$ は括弧内の行列の最大対角要素を示す。

【0038】なお、本方法では各パスの角度差が大きくなると、下り回線伝搬路の位相関係により作成されるアレイパターンに差異が現れ、実際の伝搬路に適合しなくなり、劣化が発生する。また時間平均はフェージングの影響を取り除く必要があるため、数100m秒程度の十分な平均化が必要である。

【0039】本実施例では、クローズドループによる電力制御を例に挙げ説明した。本発明は、下り回線の送信出力に従い、上り回線で得られた干渉サブスペースを重み付け加算することを特徴とする。従って図2のように端末指示による送信電力制御を行う場合のみでなく、図1に示されるように送信電力を制御する一般的な送信電力制御手段を持つ全ての基地局に適用可能である。ここには、下り回線の伝送レート情報からのみ送信電力を定める簡易な電力制御方式も含まれる。例を挙げる。基地局一端末間でリンク確立された当初は、電力制御がその

\* おいても、干渉サブスペースを推定する際に各端末に対する送信電力に基づき重み付けを行うことで初期接続時のインパクトを和らげることが可能である。また、1実施例で述べたクローズドループだけでなく、端末からオープンループによる電力制御値を基地局に送信し、それにより送信初期値を定める方法においても、本発明は有効に働く。

【0040】干渉サブスペース推定部107では、上りと下り回線における周波数差の影響を削減する方策も有効である（FDDの場合）。各サブスペースにおいて周波数変換を行い、その結果を重み付け加算する。以下では数5、6を使い、周波数変換の方法を説明する。

【0041】

【数5】

$$\mathbf{R}_{dd,e1,p1} = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1m} + jY_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1m} - jY_{1m} & \cdots & X_{mm} \end{bmatrix} \quad \text{数5}$$

【0042】

※ ※ 【数6】

$$\mathbf{R}_{dd,e1,p1} = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & |X_{1m} + jY_{1m}| \left( \frac{X_{1m} + jY_{1m}}{|X_{1m} + jY_{1m}|} \right)^{f_{down}/f_c} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ |X_{1m} - jY_{1m}| \left( \frac{X_{1m} - jY_{1m}}{|X_{1m} - jY_{1m}|} \right)^{f_{down}/f_c} & \cdots & X_{mm} \end{bmatrix} \quad \text{数6}$$

【0043】数5は得られた各信号に対応するサブスペースを示す。本行列はHermit行列と呼ばれるもので、対角要素が実数値、それ以外の部分が複素数となり、対角要素を軸として上三角行列と下三角行列が共役の関係になる。各アレイ間の相関は、アンテナ間距離に依存する。このアンテナ間距離は電気長で作用するものであるから、キャリア周波数の違いにより、上り回線と下り回線で値が若干異なる。各パス毎に検知されたサブスペースにおいては、伝搬路長がパス検出精度において等しい場合、到来する電波の角度分布は小さく、高々数度程度であると予想される。従って単一平面波が入力されたと仮定して周波数変換を行うことができる。本仮定から、

【0044】下り回線のアレイ応答ベクトルは、信号サブスペース推定部108で推定される。空間相関推定部106において得られた空間相関行列をもとに、数4を用いてアレイ応答ベクトル $\mathbf{a}$ を推定する。ここで、 $\mathbf{R}$ は周波数変換された値を用いることが望ましいが、先に述★50

★べた様に、上り下り間の周波数差が小さい場合には省略可能である。

【0045】下りアレイ重み推定部109では、干渉サブスペース推定部107と、信号サブスペース推定部108で得た情報から、送信S/Iが最大になるようなアレイ重みを推定する。ここでは、数9の方程式に従いアレイ重み $\mathbf{w}$ を決定する。

【0046】送信データ生成部111では各端末への送信用のデータが作成される。続く拡散部112では、それを個別に適当な系列の拡散符号により拡散処理する。そして電力制御部113により適当な電力をもつ信号に変換される。下り回線ビーム形成部114において、下り回線アレイ重み推定部109で推定されたアレイ重みと掛け合わせることで適当な空間選択性をもつ信号が作られる。作成された各アンテナ毎、各端末毎の信号は、同じく下り回線アレイ重み推定部109において、アンテナ毎に各端末の信号が加算されて、アンテナ数分の合成信号となり、RF部101に出力される。RF部101では、得られた合成信号をキャリア周波数にアップコンバートして各アンテナから送信する。

【0047】本構成により、下り回線においても、信号の送信強度・伝送速度に応じたビームを使って信号送信



を行うことができる。

【0048】本発明からなる他の実施例を図3及び数10を用いて説明する。図3は本発明からなる他の実施例の構成を示す図、数10は干渉サブスペース推定に閾値を設けたことを示す式である。

【0049】

【数10】

$$\lambda_i = \begin{cases} 0 & (\lambda_i < th) \\ \lambda_i & (\lambda_i \geq th) \end{cases} \quad \text{数10}$$

【0050】図2の実施形態との違いとして、閾値比較部115を設ける。下り回線のアレイ重み推定に干渉サブスペースを利用する本発明の目的は、干渉が空間的に白色ではないことから、これを均一化することで送信時のS/Iが最大になるように制御することである。セルラ通信基地局のように多数の端末をサービスするシステムでは、大数原理による平均化の効果から、このような空間選択性は大きくない。しかし、伝送速度が高い端末が存在する場合や、端末がセル境界周辺にあって、他セルからの強い干渉電力を受ける場合には、端末は高い送信電力を要求してくるため、特定方向の送信電力が高くなる空間選択性が発生する。そこで、これら支配的な端末だけに注目して干渉サブスペースを構築すれば、少ない回路規模で大きな効果を得ることができる。

【0051】そこで、閾値比較部115では、基地局からの送信電力を閾値と比較し、その値が大きい場合のみ干渉サブスペースに加える。関係式は数10により与えられる。送信電力が閾値 $th$ より大きなものだけを干渉サブスペース推定に使用する。加算するサブスペースの削減により、干渉サブスペースの推定が劣化するが、干渉の特長を定める強烈な信号は考慮されており、若干の劣化のみで、ヌル作成の十分な効果が得られる。本実施例ではサブスペースの加算数削減により回路規模は削減することができる。

【0052】本発明からなる他の実施例を図4及び数11を用いて説明する。図4は本発明からなる他の実施例の構成を示す図、数11は他の実施例において行うローパスフィルタを説明する式である。

【0053】

【数11】

$$\lambda_i^{updated} = (1 - \delta)\lambda_i^{old} + \delta\lambda_i^{new} \quad \text{数11}$$

【0054】説明した方式は、送信電力制御の情報と、上り回線で得られる到来波のサブスペース情報を使って下り回線のアレイ重みを決定する方法について説明している。しかしながら、実際のシステムでは、送信電力制御は、ある固定のステップを使って制御されており、送信電力の変化は連続量ではない。また通信品質の推定ミスや送信制御情報伝達における通信エラー、通信遅延に伴う制御遅延等により、理想値に対して分散をもって制御される非常に不安定な値であるといえる。この値を直接使って干渉サブスペースを構築すると、サブスペース自身が不安定な動作になる。そこで、直接制御量を係数とするのではなく、ローパスフィルタを用いて制御する方法が有効である。ローパスフィルタの例としては、数11に示す一次のフィルタで十分である。これにより電力制御の分散を起源とする干渉サブスペースの不安定が取り除かれる。

【0055】

【発明の効果】アレイアンテナをもつ無線通信基地局システムにおいて、下り回線のアレイ制御を行うことで下り回線の送信出力を抑えることができる。その結果、他セルへの干渉、自セル内の干渉を削減することができ、端末収納台数（容量）を増加させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明からなる実施例の構成を示す図。

【図2】本発明からなる実施例の構成を示す図。

【図3】本発明からなる実施例の構成を示す図。

【図4】本発明からなる実施例の構成を示す図。

【符号の説明】

100... アンテナ、101... RF部、10

2... 逆拡散部、103... 上り回線用ビーム形成

部、104... 受信部、105... 送信電力制御重

み決定部、106... 空間相関推定部、107...

下り回線用干渉サブスペース推定部、108... 下り

回線用信号サブスペース推定部、109... 下り回線

用アレイ重み推定部、110... 上り回線用アレイ重

み推定部、111... 下り回線送信データ生成部、1

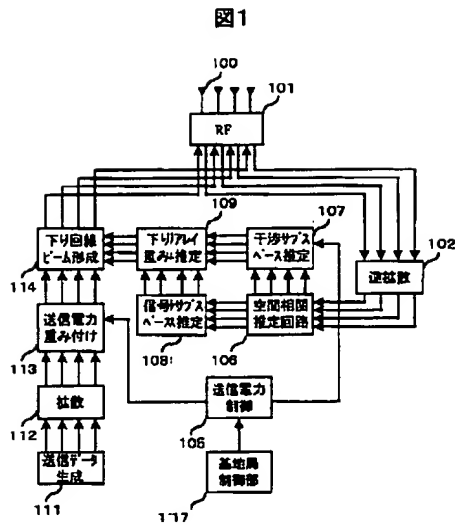
12... 拡散部、113... 電力制御部、11

4... 下り回線用ビーム形成部、115... 送信電

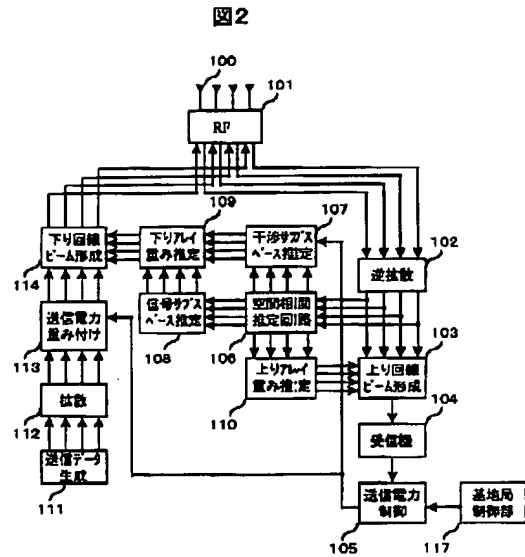
力比較部、116... ローパスフィルタ、11

7... 基地局制御部。

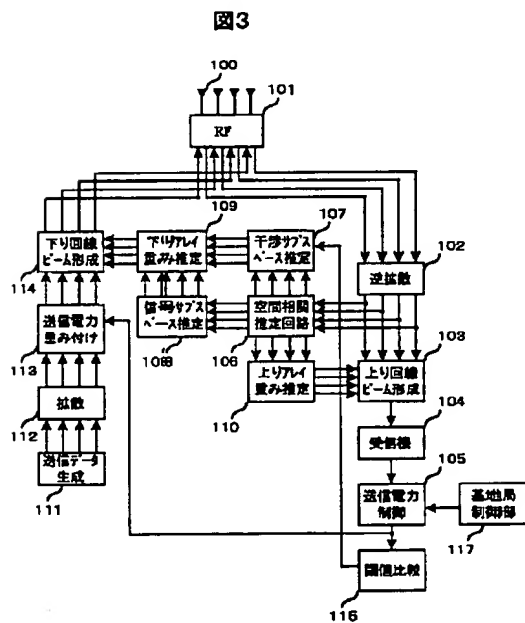
【図1】



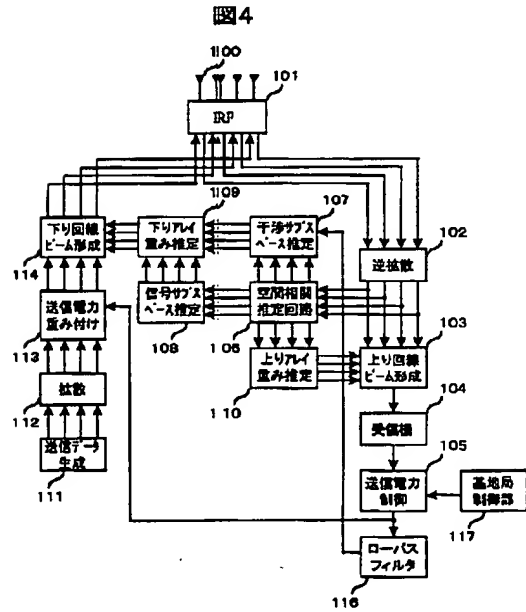
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

)

H 04 J 13/00

H 04 J 13/00

A

Fターム(参考) 5J021 AA05 AA09 AA11 CA06 DB02  
DB03 EA04 FA20 FA23 FA24  
FA26 FA32 GA02 GA08 HA05  
JA07  
5K022 EE01 EE21 EE31  
5K052 BB02 CC06 DD04 GG20  
5K059 CC02 CC04 DD10 DD32 DD37  
DD39 EE02  
5K067 AA11 AA43 CC24 EE10 KK02  
KK03